

DIALOG(R)File 351:Derwent WPI  
(c) 2005 Thomson Derwent. All rts. reserv.

009353132 \*\*Image available\*\*  
WPI Acc No: 1993-046611/199306  
XRPX Acc No: N93-035715

**Fault diagnosis appts. for EGR system of IC engine - compares outputs of engine operating state sensors with normal states**

Patent Assignee: MITSUBISHI DENKI KK (MITQ )

Inventor: UCHINAMI M

Number of Countries: 002 Number of Patents: 003

Patent Family:

Patent No	Kind	Date	Applicat No	Kind	Date	Week
DE 4224219	A1	19930204	DE 4224219	A	19920722	199306 B
US 5239971	A	19930831	US 92911579	A	19920710	199336
DE 4224219	C2	19961219	DE 4224219	A	19920722	199704

Priority Applications (No Type Date): JP 91194570 A 19910803

Patent Details:

Patent No	Kind	Lan	Pg	Main IPC	Filing Notes
-----------	------	-----	----	----------	--------------

DE 4224219	A1	12	G01M-015/00		
------------	----	----	-------------	--	--

US 5239971	A	11	F02M-025/07		
------------	---	----	-------------	--	--

DE 4224219	C2	12	G01M-015/00		
------------	----	----	-------------	--	--

Abstract (Basic): DE 4224219 A

Sensors (6,7,16) detect a number of engine operating states. The sensor signals are compared with the defined values for the normal operating state of the exhaust gas feedback system to detect faults.

The sensor arrangement contains a nitrous oxide sensor (16) mounted in the exhaust outlet channel to detect the quantity of any nitrous oxides in the exhaust gas in the channel.

USE/ADVANTAGE - Gas feedback channel contg. flow rate control valve (4). Low-cost arrangement can detect whether system is faulty or not.

Dwg.1/7

Abstract (Equivalent): US 5239971 A

In the condition that an EGR control valve is turned on and off according to whether or not the operating condition of the engine is in the EGR control zone, and a trouble diagnosis condition is satisfied, sensors detect a number of engine operation conditions.

A trouble diagnosis device receives the output detected by one of the sensors and compares the output with a predetermined value of the same kind as the output a normal state of the EGR system corresp. to the engine condition detected by the sensors, thereby the trouble of the EGR control system is diagnosed. Specifically, one of the sensors detects NOx in exhaust gas or exhaust gas temperature.

USE - For exhaust gas recirculation of IC engine.

Dwg.5/7

Title Terms: FAULT; DIAGNOSE; APPARATUS; EGR; SYSTEM; IC; ENGINE; COMPARE; OUTPUT; ENGINE; OPERATE; STATE; SENSE; NORMAL; STATE

Index Terms/Additional Words: EXHAUST; GAS; RETURN

Derwent Class: Q52; Q53; X22

International Patent Class (Main): F02M-025/07; G01M-015/00

International Patent Class (Additional): F02D-021/08; F02D-041/14;

F02M-025/06; F02M-025/08; G01N-027/12

File Segment: EPI; EngPI

Manual Codes (EPI/S-X): X22-A03A2C; X22-A05; X22-E01



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ Patentschrift  
⑩ DE 42 24 219 C 2

⑤1 Int. Cl.<sup>8</sup>:  
**G 01 M 15/00**  
G 01 N 27/12  
F 02 D 21/08  
F 02 M 25/08  
F 02 M 25/08

②1 Aktenzeichen: P 42 24 219.3-52  
②2 Anmeldetag: 22. 7. 92  
④3 Offenlegungstag: 4. 2. 93  
④6 Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 19. 12. 96

DE 42 24 219 C 2

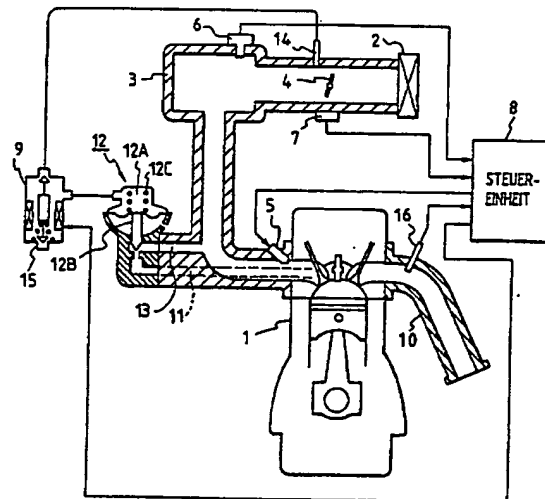
Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

③0 Unionspriorität: ③2 ③3 ③1  
03.08.91 JP 3-194570  
  
⑦3 Patentinhaber:  
Mitsubishi Denki K.K., Tokio/Tokyo, JP  
  
⑦4 Vertreter:  
Hoffmann, Eitle & Partner Patent- und  
Rechtsanwälte, 81925 München

⑦2 Erfinder:  
Uchinami, Masanobu, Himeji, Hyogo, JP  
  
⑤6 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit  
in Betracht gezogene Druckschriften:  
US 48 25 841  
US 47 15 348  
»Automobile Technique«, Vol. 39, No. 2, 1985, S. 197;

⑤4 Fehlerdiagnosevorrichtung für ein Abgasrückführungssystem einer Brennkraftmaschine

⑤7 Fehlerdiagnosevorrichtung für ein Abgasrückführungssystem einer Brennkraftmaschine mit einem Abgasrückführungs-kanal (11), der Abgas teilweise von einem Auslaßkanal (10) an einen Einlaßkanal (3) zurückführt, und einem Abgasrückführungssteuerventil (9, 12) zum Steuern der Strömungsrate des zurückgeführten Abgases, enthaltend:  
a) eine Vielzahl von Sensoren (6, 7) zum Erfassen einer entsprechenden Vielzahl von Motorbetriebszuständen gekennzeichnet durch  
b) eine im Auslaßkanal (10) angebrachte NO<sub>x</sub>-Sensoreinrichtung (16) zum Erfassen einer NO<sub>x</sub>-Menge im Abgas des Auslaßkanals (10);  
c) eine Steuereinrichtung (8) mit einer Speichereinrichtung, mit Mitteln zum Vergleichen, ob die Ausgangssignale der Sensoren (6, 7) in einem vorgegebenen Abgasrückführungs-Betriebsbereich liegen und zum Ausgeben eines entsprechenden Ausgangssignals an die Abgasrückführungssteuerventile (9, 12), mit Mitteln zum Entscheiden, ob die Ausgangssignale der Sensoren (6, 7) in einem vorgegebenen Fehlerdiagnosebereich liegen und Mitteln zum Durchführen einer Fehlerdiagnose durch Vergleichen des Ausgangssignals der NO<sub>x</sub>-Sensoreinrichtung (16) mit einem vorgegebenen experimentell bestimmten gespeicherten Wert (V<sub>1</sub>, V<sub>2</sub>), der vom Zustand des Abgasrückführungssteuerventils (9, 12) abhängt.



DE 42 24 219 C 2

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Fehlerdiagnosevorrichtung für ein Abgasrückführungssystem bzw. EGR-System (Exhaust Gas Recirculation System) einer Brennkraftmaschine mit einem Abgasrückführungskanal, der Abgas teilweise von einem Auslaßkanal an einen Einlaßkanal zurückführt, und einem Abgasrückführungssteuerventil zum Steuern der Strömungsrate des zurückgeführten Abgases, enthaltend eine Vielzahl von Sensoren zum Erfassen einer entsprechenden Vielzahl von Motorbetriebszuständen.

Eine derartige Fehlerdiagnosevorrichtung ist aus US 4 715 348 bekannt. Sie enthält einen Betriebszustandsdetektor zum Erfassen der Betriebsbedingungen der Brennkraftmaschine und eine Speichereinheit zum Speichern der durch den Detektor erfaßten Werte in getrennter Weise. Die erfaßten Werte werden einer Entscheidungseinrichtung zugeführt, mit der bestimmt wird, ob die Differenz zwischen den getrennt erfaßten Werten in einem festgelegten Bereich liegt. Ist dies der Fall, so wird ein Alarm ausgegeben.

Auch in US 4 825 841 ist eine Fehlerdiagnosevorrichtung für eine Brennkraftmaschine mit einem Abgasrückführungssteuerventil und mehreren Sensoren zum Erfassen unterschiedlicher Betriebszustände beschrieben.

Demnach ist aus dem Stand der Technik eine Fehlerdiagnosevorrichtung für ein EGR-System bekannt, das den Betrieb eines EGR-Steuerventils elektronisch steuert. Dieses EGR-Steuerventil ist in einem EGR-Weg vorgesehen, durch den ein Teil des Abgases von einem Auslaßkanal zurückgeführt wird, um dadurch die EGR-Menge zu steuern. Das EGR-System steuert ein elektromagnetisches Ventil entsprechend der Geschwindigkeit und Last des Motors (z. B. eines Einlaßbrohrdrucks oder eines Q-Verhältnisses, wobei die angesaugte Luftmenge und N die Anzahl von Umdrehungen ist), um die Abgasrückführungsmenge zu steuern.

Eine herkömmliche Fehlerdiagnosevorrichtung dieser Art ist in Fig. 7 gezeigt. In Fig. 7 ist eine herkömmliche Brennkraftmaschine 1 eines Viertaktfunkenzündungstyps in einem Motorfahrzeug eingebaut. Ein Einlaßbrohr 3 ist mit dem Motor 1 verbunden, wodurch ein Einlaßkanal gebildet wird, um Luft durch einen Luftfilter 2 zu befördern. Das Einlaßbrohr 3 enthält ein Drosselventil 4 in seinem stromaufwärts gelegenen Abschnitt. Das Drosselventil 4 ist so ausgelegt, um die in die Brennkraftmaschine 1 beförderte Luftmenge einzustellen. Außerdem besitzt das Einlaßbrohr 3 ein elektromagnetisches Einspritzventil 5 an einem stromabwärts gelegenen Abschnitt nahe an der Übergangsstelle des Einlaßbrohrs 3 und des Motors 1. Das Einspritzventil 5 ist vorgesehen, um von einem nicht gezeigten Kraftstoffsystem Kraftstoff in den Motor einzuspritzen. Ein Drucksensor 6 und ein Drosselsensor 7 sind stromabwärts des Drosselventils 4 vorgesehen. Der Drucksensor 6 arbeitet, um den absoluten Druck in dem Einlaßbrohr 3 zu erfassen und ihn in ein Spannungssignal zu wandeln. Der Drosselsensor 7 arbeitet, um den Öffnungsgrad des Drosselventils 4 zu erfassen, um eine Spannung entsprechend dem so erfaßten Öffnungsgrad abzugeben. Die Ausgänge des Drucksensors 6 und des Drosselsensors 7 zusammen mit den Ausgängen eines (nicht gezeigten) Kurbelwinkelsensors und eines (nicht gezeigten) Kühlwasser-Temperatursensors werden einer elektronischen Steuereinrichtung 8 zugeführt. Mit diesen Ausgängen als Eingangsdaten steuert die elektronische

Steuereinrichtung 8 das elektromagnetische Einspritzventil 5 und steuert ein elektromagnetisches Ventil 9, um dadurch die Abgasrückführung zu steuern.

Ein Abgasrückführungssystem umfaßt: ein Auslaßabzweigungsrohr 11, das mit einem Auslaßbrohr 10 verbunden ist, um einen Teil des Abgases von einem durch das Auslaßbrohr 10 gebildeten Auslaßkanal zu empfangen; ein Abgasrückführungs-Steuerventil 12, das in einem durch das Auslaßabzweigungsrohr 11 gebildeten Abgasrückführungs-Kanal vorgesehen ist; und ein Abgasrückführungs-Einlaßbrohr 13 über das der stromabwärts gelegene Abschnitt des Abgasrückführungs-Steuerventils 12 mit einem Einlaßkanal in dem Einlaßbrohr 3 in Verbindung steht, der sich stromabwärts des Drosselventils 4 befindet. Das Abgasrückführungs-Steuerventil 12 umfaßt: eine Unterdruckkammer 12A; einen Ventilkörper 12B eines Membrantyps, das von dem Unterdruck in der Unterdruckkammer 12A geöffnet wird; und eine Feder 12C, die den Ventilkörper 12E anhält, das Abgasrückführungs-Steuerventil zu schließen. Die Unterdruckkammer 12A des Abgasrückführungs-Steuerventils 12 ist über das elektromagnetische Ventil 9 mit einem Steuerunterdruckrohr 14 verbunden, das mit dem Einlaßkanal an einer Position in der Nähe des Drosselventils 4 stromabwärts des letzteren verbunden ist. Das elektromagnetische Ventil 9 besitzt ein Ventil 15 zum Luftauslaß. Das bedeutet, daß das elektromagnetische Ventil 9 so ausgelegt ist, daß, wenn es sich an einer geschlossenen Steuerposition befindet, das Luftauslaßventil 15 geschlossen ist, um die Unterdruckkammer 12A mit dem Steuerunterdruckrohr 14 zu verbinden, und wenn es sich an einer geöffneten Steuerposition befindet, die Unterdruckkammer 12A des Abgasrückführungs-Steuerventils 12 durch das auf die geschlossene Steuerposition eingestellte elektromagnetische Ventil 9 mit dem Steuerunterdruckrohr 14 verbunden wird, wird der Öffnungsgrad des Ventilkörpers 12 von dem Unterdruck in der Unterdruckkammer 12A so geändert, daß die Abgasmenge, die von dem Auslaßbrohr 10 durch den Ventilkörper 12B und das Abgasrückführungs-Einlaßbrohr 13 in die Brennkraftmaschine 1 zurückgeführt wird, gesteuert wird.

In der so ausgelegten elektronischen Steuereinrichtung für ein Abgasrückführungssystem verwendet die elektronische Steuereinrichtung 8 die Ausgangssignale des Drucksensors 6, des Drosselsensors 7, des Kurbelwinkelsensors und des Kühlwasser-Temperatursensors als Eingangsdaten, indem die Steuereinrichtung 8 den Betrieb des elektromagnetischen Einspritzventils 5 steuert, um eine zum Reinigen von Abgas am besten geeignete Kraftstoffmenge einzuspritzen und erfaßt einen Steuerbereich für die Abgasrückführung und steuert den Betrieb des elektromagnetischen Ventils 9 so, daß der Betrieb der Brennkraftmaschine nicht ungünstig beeinflusst wird, um dadurch den Betrieb des Abgasrückführungs-Steuerventils 12 zu steuern. Das bedeutet, wenn der Abgasrückführungsbetrieb erforderlich ist, gibt die elektronische Steuereinrichtung 8 ein Steuersignal ab, um das elektromagnetische Ventil 9 zu schließen, das zur Luft hin geöffnet war, wobei als Folge davon die Unterdruckkammer 12A des Abgasrückführungs-Steuerventils 12 mit dem Steuerunterdruckrohr 14 verbunden wird und der Unterdruck stromabwärts des Drosselventils 4 wird der Unterdruckkammer 12A zugeführt, so daß das Gleichgewicht des Unterdrucks mit der Federkraft der Feder 12C des Abgasrückführungs-Steuerventils 12 den Betrag des Abhebens des Ventilkörpers 12B bestimmt und das Abgas wird bei



einer Flußrate entsprechend dem so bestimmten Abhebungs-  
betrag zurückgeführt. Wenn der Abgasrückföhrungs-  
betrieb nicht benötigt wird, gibt die elektronische  
Steuereinrichtung 8 ein Steuersignal ab, um das elektro-  
magnetische Ventil 9 auf die geschlossene Position ein-  
zustellen. Als Folge davon wird die Unterdruckkammer  
12A über das Luftauslaßrohr 15 zur Luft geöffnet und  
der Ventilkörper 12B wird vollständig geschlossen, wo-  
bei dadurch die Rückföhrung des Abgases unterbrochen  
wird.

Das herkömmliche Abgasrückföhrungssystem ist so  
wie oben beschrieben ausgelegt. Das System benötigt  
eine einfache Einrichtung zum hochgenauen Erfassen,  
daß das Abgasrückföhrungs-Steuersystem ausfällt oder  
unzureichend arbeitet, oder daß die Ventile und/oder  
Rohre durch Verunreinigungen verstopft sind, so daß  
die Rückföhrung einer vorgegebenen Menge von Abgas  
unmöglich gemacht wird, falls sich die Qualität des Ab-  
gases verschlechtert.

Demnach besteht die Aufgabe der Erfindung in der  
Schaffung einer Fehlerdiagnosevorrichtung für ein Ab-  
gasrückföhrungssystem, welches genauer und ohne störende  
Nebeneffekte eine Fehlerdiagnose treffen kann und sich  
mit geringen Herstellungskosten realisieren läßt.

Diese Aufgabe wird bei einer Fehlerdiagnosevorrich-  
tung der eingangs genannten Art gelöst durch ein im  
Auslaßkanal angebrachte NO<sub>x</sub>-Sensoreinrichtung zum  
Erfassen einer NO<sub>x</sub>-Menge im Abgas des Auslaßkanals  
und eine Steuereinrichtung mit einer Speichereinrich-  
tung mit Mitteln zum Vergleichen, ob die Ausgangssi-  
gnale der Sensoren in einem vorgegebenen Abgas-  
rückföhrungs-Betriebsbereich liegen und zum Ausge-  
ben eines entsprechenden Ausgangssignals an das Ab-  
gas-Rückföhrungssteuerventil, mit Mitteln zum Ent-  
scheiden, ob die Ausgangssignale der Sensoren in einem  
vorgegebenen Fehlerdiagnosebereich liegen, und Mit-  
teln zum Durchföhren einer Fehlerdiagnose durch Ver-  
gleichen des Ausgangssignals der NO<sub>x</sub>-Sensorvorrich-  
tung mit einem vorgegebenen experimentiell bestimm-  
ten gespeicherten Wert, der vom Zustand des Abgas-  
rückföhrungssteuerventils abhängt.

Insgesamt wird die Aufgabe also durch eine Fehler-  
diagnosevorrichtung für ein Abgasrückföhrungs- oder  
Rückföhrungs - (EGR) - einer Brennkraftmaschine  
gelöst, mit einem Abgasrückföhrungskanal, der Abgas  
von einem Auslaßkanal teilweise an einen Einlaßkanal  
zurückföhrte, und einem Abgasrückföhrungs-Steuerventil  
zum Steuern der Flußrate des zurückgeföhrten Abgas-  
es, wobei die Fehlerdiagnosevorrichtung Sensoren  
zum Erfassen einer Vielzahl von Motorbetriebszustän-  
den umfaßt, sowie eine Fehlerdiagnosevorrichtung zum  
Empfangen der so erfaßten Ausgänge der Sensoren  
bzw. zum Vergleichen der Ausgänge mit vorgegebenen  
Werten im Normalzustand des Abgasrückföhrungssys-  
tems entsprechend der von den Sensoren erfaßten Mo-  
torzuständen, wodurch der Fehler des Abgasrückföhr-  
ungssystems festgestellt wird.

Erfindungsgemäß wird außerdem ein NO<sub>x</sub>-Sensor  
zum Erfassen einer NO<sub>x</sub>-Menge im Abgas vorgesehen,  
der sich in dem Auslaßkanal befindet, sowie eine Fehler-  
diagnosevorrichtung zum Empfangen der Ausgänge des  
NO<sub>x</sub>-Sensors, die jeweils erzeugt werden, wenn das Ab-  
gasrückföhrungs-Steuerventil sich im Betrieb oder au-  
ßer Betrieb befindet, und Vergleichen der so erfaßten  
Ausgänge mit vorgegebenen Werten, um festzustellen,  
ob die Steuereinrichtung ausgefallen ist oder nicht.

Anstelle des NO<sub>x</sub>-Sensors kann in der Fehlerdiagno-  
sevorrichtung ein Abgas-Temperatursensor verwendet

werden. In diesem Fall werden die Ausgänge des Abgas-  
Temperatursensors, die jeweils erfaßt werden, wenn das  
Abgasrückföhrungs-Steuerventil in Betrieb und außer  
Betrieb ist, einem Vergleich unterzogen, um festzustel-  
len, ob dies Abgasrückföhrungssystem ausgefallen ist  
oder nicht.

Falls das Abgasrückföhrungssystem normal arbeitet,  
ist die NO<sub>x</sub>-Menge in dem Abgas, die während des Be-  
triebs des Abgasrückföhrungs-Steuerventils erfaßt wird,  
kleiner als während einer Außerbetriebnahme des Ab-  
gasrückföhrungs-Steuerventils; und die Abgastempera-  
tur, die während des Betriebs des Abgasrückföhrungs-  
Steuerventils erfaßt wird, ist niedriger als diejenige  
während der Außerbetriebnahme des Abgasrückföhr-  
ungs-Steuerventils. Somit kann der Fehler des Abgas-  
rückföhrungssteuersystems durch Vergleich der Aus-  
gänge des NO<sub>x</sub>-Sensors oder durch Vergleich der Abga-  
sttemperaturen festgestellt werden.

Insgesamt besitzt die erfindungsgemäße Fehlerdia-  
gnosevorrichtung niedrige Herstellungskosten und  
kann dennoch mit hoher Genauigkeit erfassen, ob das  
Abgasrückföhrungssystem der Brennkraftmaschine  
ausgefallen ist oder nicht.

Weitere Merkmale und Vorteile der vorliegenden Er-  
findung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschrei-  
bung unter Bezug auf die beiliegende Zeichnung; es  
zeigen:

Fig. 1 ein erklärendes Diagramm, das den gesamten  
Aufbau eines ersten Beispiels eines Abgasrückföhrungs-  
systems für eine Brennkraftmaschine entsprechend der  
Erfindung zeigt;

Fig. 2 ein Schaltbild, teilweise als ein Blockschaltbild  
ausgeföhrte, das eine Signalschnittstellenschaltung eines  
NO<sub>x</sub>-Sensors in dem ersten Beispiel der in Fig. 1 gezei-  
gten Fehlerdiagnosevorrichtung zeigt;

Fig. 3 eine Kennlinie, die von dem NO<sub>x</sub>-Sensor erfaß-  
te NO<sub>x</sub>-Mengen (Dichten) bezüglich von Ausgangss-  
pannungen zeigt;

Fig. 4 ein Flußdiagramm für eine Beschreibung des  
Betriebs des ersten Beispiels der Fehlerdiagnosevor-  
richtung entsprechend der Erfindung;

Fig. 5 ein erklärendes Diagramm, das den gesamten  
Aufbau eines zweiten Beispiels der Fehlerdiagnosevor-  
richtung entsprechend der Erfindung zeigt;

Fig. 6 ein Flußdiagramm für eine Beschreibung des  
Betriebs des zweiten Beispiels der Fehlerdiagnosevor-  
richtung entsprechend der Erfindung; und

Fig. 7 ein erklärendes Diagramm, das den Aufbau ei-  
nes herkömmlichen Abgasrückföhrungssystems für eine  
Brennkraftmaschine zeigt.

Im folgenden werden bevorzugte Ausführungsbei-  
spiele der Erfindung unter Bezugnahme auf die beilie-  
genden Zeichnungen beschrieben.

Ein erstes Beispiel einer elektronischen Steuervor-  
richtung für ein Abgasrückföhrungssystem entspre-  
chend der Erfindung ist so ausgeföhrte, wie in Fig. 1 ge-  
zeigt. Jedes Teil mit derselben Funktion wie die in Fig. 7  
gezeigte herkömmliche Vorrichtung werden mit densel-  
ben Bezugszeichen bezeichnet und deren Erklärung  
wird weggelassen. Somit wird die elektronische Steuer-  
einrichtung im wesentlichen bezüglich ihrer Teile, die  
nicht in der herkömmlichen enthalten sind, beschrieben.

In der elektronischen Steuereinrichtung, wie in Fig. 1  
gezeigt, besitzt das Auslaßrohr 10 einen NO<sub>x</sub>-Sensor 16  
zum Erfassen einer NO<sub>x</sub>-Menge in dem Abgas. Der  
NO<sub>x</sub>-Sensor kann ein herkömmlicher sein, der seinen  
elektrischen Widerstand mit den NO<sub>2</sub>- und NO-Mengen  
in dem Abgas ändert, wie in der Literaturstelle "Auto-



mobile Technique", Vol. 39, No. 2, 1985, Seite 197, beschrieben.

Fig. 2 zeigt die Signal-Schnittstellenschaltung des  $\text{NO}_x$ -Sensors 16 in der elektronischen Steuereinrichtung 8. In Fig. 2 ist ein Widerstand 17 und ein Mikrocomputer 18 einschließlich eines Analog-Digital(A/D)-Umsetzers vorgesehen. Die elektronische Steuereinrichtung 8 umfaßt außerdem einen ROM-Speicher und einen RAM-Speicher. Somit wird der Ausgang des  $\text{NO}_x$ -Sensors 16 als ein Spannungssignal gespeichert, woraus die  $\text{NO}_x$ -Menge bestimmt wird.

Fig. 3 zeigt von dem  $\text{NO}_x$ -Sensor 16 erfaßte  $\text{NO}_x$ -Mengen (Dichten) mit den entsprechenden Ausgangsspannungen.

Im folgenden wird der charakteristische Betrieb der so aufgebauten Steuereinrichtung unter Bezugnahme auf ein Flußdiagramm aus Fig. 4 beschrieben. Der in Fig. 4 gezeigte Bearbeitungsablauf ist in dem oben erwähnten ROM-Speicher als ein Programm gespeichert.

Zunächst werden im Schritt 101 die Ausgangssignale des (nicht gezeigten) Kurbelwinkelsensors, des Drucksensors 6, des Drosselsensors 7 und des (nicht gezeigten) Kühlwasser-Temperatursensors verwendet, um Eingangsdaten wie Motorgeschwindigkeit, Einlaßbrohrendruck, Drosselventilöffnung und Wassertemperatur, einzulesen.

Als nächstes wird im Schritt 102 erfaßt, ob sich die verschiedenen oben beschriebenen Daten innerhalb eines vorgegebenen Abgasrückführungs-Betriebsbereiches befinden oder nicht; das heißt, es wird bestimmt, ob der Betriebszustand sich innerhalb eines Bereichs befindet, der eine Abgasrückführung erfordert. Wenn das Ergebnis anzeigt, daß die Daten nicht innerhalb des Abgasrückführungs-Betriebsbereichs sind, wird Schritt 103 ausgeführt, in dem das elektromagnetische Ventil 9 ausgeschaltet (geöffnet) wird, so daß die Abgasrückführung nicht durchgeführt wird. Danach wird im Schritt 104 bestimmt, ob sich die Daten innerhalb einer Fehlerdiagnosezone befinden oder nicht. Um der Antwortzeit des  $\text{NO}_x$ -Sensors 16 Rechnung zu tragen, wird außerdem in diesem Schritt 104 bestimmt, ob die  $\text{NO}_x$ -Menge in dem Abgas stationär geworden ist oder nicht, entsprechend der Tatsache, ob eine vorgegebene Anzahl von Arbeitszyklen (zum Beispiel 100 Arbeitszyklen) des Motors vorliegt oder nicht, nachdem das elektromagnetische Ventil 9 ausgeschaltet worden ist. Der Betriebsbereich des oben erwähnten Fehlerdiagnosebereichs ist der Bereich für niedrige Last des Motors, bei dem der Betrieb des Motors in stationärem Zustand ist und der Unterschied der  $\text{NO}_x$ -Menge zwischen dem Abgasrückführungs-Anschalt- und Ausschalt-Betrieb natürlich auftritt.

Wenn sich im Schritt 104 die Daten sich nicht innerhalb des Fehlerdiagnosebereichs befinden oder die vorgegebene Anzahl von Arbeitszyklen des Motors noch nicht vergangen ist, nachdem das elektromagnetische Ventil 9 ausgeschaltet worden ist, wird der (unten beschriebene) Schritt 111 durchgeführt. Wenn sich andererseits die Daten in dem Fehlerdiagnosebereich befinden und die vorgegebene Anzahl von Arbeitszyklen des Motors vergangen ist, nachdem das elektromagnetische Ventil 9 ausgeschaltet worden ist, wird der Schritt 105 durchgeführt. Im Schritt 105 wird die  $\text{NO}_x$ -Menge in dem Abgas, die in dem Außerbetriebszustand des Abgasrückführungssystems erfaßt wird, in die Steuereinrichtung 8 als ein Spannungssignal  $V_{\text{AUS}}$  eingelesen.

Danach wird im Schritt 112 das Spannungssignal  $V_{\text{AUS}}$  mit einem vorgegebenen Wert  $V_2$  verglichen.

(Der Wert  $V_2$  wird als ein geschätztes Spannungssignal für den gleichen Motorbetriebszustand wie das Spannungssignal  $V_{\text{AUS}}$  definiert). Für den Fall, daß das Abgasrückführungssystem normal ausgeschaltet ist, kann die  $\text{NO}_x$ -Menge in dem Abgas nicht kleiner sein als der durch Experimente vorgegebene Wert  $V_2$ . Somit kann die Fehlerdiagnose von dem oben beschriebenen Vergleich durchgeführt werden.

Wenn im Schritt 112 ein Ergebnis der Diagnose anzeigt, daß sich entsprechend dem Ergebnis  $V_{\text{AUS}} \geq V_2$  das Abgasrückführungssystem im normalen Ausschaltzustand befindet, wird Schritt 111 durchgeführt.

Wenn andererseits das Ergebnis der Diagnose anzeigt, daß das Abgasrückführungssystem entsprechend dem Ergebnis  $V_{\text{AUS}} < V_2$  ausgefallen ist, wird Schritt 110 durchgeführt. Im Schritt 110 wird ein Abgasrückführungs-Fehlerprozeß durchgeführt, der eine Abgasrückführungs-Selbstschutzoperation, eine Alarmsignalerzeugungoperation usw. enthält.

Wenn andererseits im Schritt 102 das Ergebnis der Diagnose anzeigt, daß sich die Daten innerhalb des Abgasrückführungs-Betriebsbereichs befinden, wird im Schritt 106 das elektromagnetische Ventil 9 eingeschaltet (geschlossen), um somit die Ausführung der Abgasrückführung zu ermöglichen. Danach wird ähnlich wie im Schritt 104 im Schritt 107 erfaßt, ob sich die Daten innerhalb des Fehlerdiagnosebereichs befinden oder nicht, und außerdem wird erfaßt, ob die vorgegebene Anzahl von Arbeitszyklen vergangen ist oder nicht, nachdem das elektromagnetische Ventil betätigt wurde. Wenn sich in diesem Fall sich die Daten nicht innerhalb des Fehlerdiagnosebereichs befinden oder die vorgegebene Anzahl von Arbeitszyklen nicht vergangen ist, nachdem das elektromagnetische Ventil betätigt wurde, wird anschließend der Schritt 111 ausgeführt. Wenn sich andererseits die Daten innerhalb des Fehlerdiagnosebereichs befinden und die vorgegebene Anzahl von Arbeitszyklen vergangen ist, nachdem das elektromagnetische Ventil betätigt wurde, wird anschließend der Schritt 108 ausgeführt. Im Schritt 108 wird die  $\text{NO}_x$ -Menge in dem Abgas die erfaßt wird, wenn die Abgasrückführung ausgeführt wird, als Spannungssignal  $V_{\text{EIN}}$  gelesen.

Als nächstes wird im Schritt 109 das Spannungssignal  $V_{\text{EIN}}$  mit einem Wert  $V_1$  verglichen, der durch Experimente vorgegeben ist. (Der Wert  $V_1$  wird als ein geschätztes Spannungssignal für denselben Motorbetriebszustand wie das Spannungssignal  $V_{\text{EIN}}$  definiert). Wenn das Abgasrückführungssystem normal arbeitet, wird das Abgas in den Einlaßkanal geführt, um die Verbrennungstemperatur herabzusetzen, wodurch die  $\text{NO}_x$ -Menge in dem Abgas verkleinert wird. Somit kann der Fehler des Abgasrückführungssystems aus dem Vergleich von  $V_{\text{EIN}}$  mit  $V_1$  festgestellt werden.

Wenn im Schritt 109 das Ergebnis der Diagnose anzeigt, daß das Abgasrückführungssystem entsprechend dem Ergebnis  $V_{\text{EIN}} < V_1$  normal arbeitet, wird Schritt 111 durchgeführt.

Wenn das Ergebnis der Diagnose anzeigt, daß das Abgasrückführungssystem entsprechend dem Ergebnis, daß  $V_{\text{EIN}} < V_1$  nicht erfüllt ist, ausgefallen ist, wird anschließend der Schritt 110 durchgeführt. Im Schritt 110 wird der oben erwähnte Abgasrückführungs-Fehlerbehandlungsprozeß durchgeführt.

Im Schritt 111 werden ein Kraftstoff-Einspritzsteuerprozeß und andere Prozesse für den Motor durchgeführt.

Fig. 5 zeigt den Aufbau eines zweiten Beispiels der



elektronischen Steuereinrichtung entsprechend der Erfindung. In Fig. 7 werden diejenigen Teile mit derselben Funktion wie die in Fig. 7 gezeigte herkömmliche Einrichtung mit denselben Bezugszeichen bezeichnet und deren Erklärung wird weggelassen. Somit wird die elektronische Steuereinrichtung im wesentlichen bezüglich ihrer Teile beschrieben, die nicht in der herkömmlichen enthalten sind.

In der elektronischen Steuereinrichtung wie in Fig. 5 gezeigt ist ein Abgas-Temperatursensor auf dem Auslaßrohr 10 angebracht, um eine Abgastemperatur zu erfassen. Der Abgas-Temperatursensor kann ein herkömmlicher sein, der aus einem Thermoelement besteht und ausreichend hohe Temperaturen messen kann. Der Aufbau der elektronischen Steuereinrichtung 8 ist genauso wie derjenige in dem oben beschriebenen Ausführungsbeispiel der elektronischen Steuereinrichtung.

Der charakteristische Betrieb der elektronischen Steuereinrichtung, wie in Fig. 5 gezeigt, wird im folgenden unter Bezugnahme auf ein Flußdiagramm aus Fig. 6 beschrieben. In der elektronischen Steuereinrichtung ist der in Fig. 6 gezeigte Betriebsablauf in dem ROM-Speicher als ein Programm gespeichert worden.

Zunächst werden im Schritt 201 die Ausgangssignale (nicht gezeigten) Kurbelwinkelsensors, des Drucksensors 6, des Drosselsensors 7 und des (nicht gezeigten) Kühlwasser-Temperatursensors verwendet, um Eingangsdaten wie Motorgeschwindigkeit, Einlaßrohrdruck, Drosselventilöffnung und Wassertemperatur, zu lesen.

Als nächstes wird im Schritt 202 erfaßt, ob sich die verschiedenen oben beschriebenen Daten innerhalb eines vorgegebenen Abgasrückführungs-Betriebsbereichs befinden oder nicht; das heißt, es wird bestimmt, ob sich der Betriebszustand innerhalb eines Bereichs befindet, der eine Abgasrückführung nötig macht. Wenn sich die Daten nicht innerhalb des Abgasrückführungs-Betriebsbereichs befinden, wird Schritt 203 ausgeführt. Im Schritt 103 wird das elektromagnetische Ventil 9 ausgeschaltet (geöffnet), so daß keine Abgasrückführung durchgeführt wird. Danach wird im Schritt 204 bestimmt, ob sich die Daten innerhalb eines Fehlerdiagnosebereichs befinden und um der Ansprechzeit des Abgas-Temperatursensors Rechnung zu tragen, wird bestimmt, ob die Abgastemperatur ausreichend stationär geworden ist oder nicht, entsprechend der Tatsache, ob eine vorgegebene Anzahl von Arbeitszyklen (zum Beispiel 100 Arbeitszyklen) des Motors vorliegt, nachdem das elektromagnetische Ventil 9 ausgeschaltet worden ist. Der Betriebsbereich des oben erwähnten Fehlerdiagnosebereichs ist der Bereich von niedriger Last des Motors, bei dem sich der Betrieb des Motors in einem stationären Zustand befindet und der Unterschied der Temperatur des Abgases zwischen Abgasrückführungs-Anschalt- und Abschaltbetrieb offensichtlich auftritt.

Wenn im Schritt 204 erfaßt wird, daß sich die Daten nicht innerhalb des Fehlerdiagnosebereichs befinden oder die vorgegebene Anzahl von Arbeitszyklen des Motors noch nicht vorliegt, nachdem das elektromagnetische Ventil 9 ausgeschaltet worden ist, wird der (unten beschriebene) Schritt 211 durchgeführt. Wenn sich andererseits die Daten innerhalb des Fehlerdiagnosebereichs befinden und die vorgegebene Anzahl von Arbeitszyklen des Motors vorliegt, nachdem das elektromagnetische Ventil 9 ausgeschaltet worden ist, wird Schritt 205 durchgeführt. Im Schritt 205 wird die Abgastemperatur  $T_{AUS}$  gelesen, die erfaßt wird, wenn die

Abgasrückführung nicht durchgeführt wird. Danach wird Schritt 202' durchgeführt, der erfaßt, ob sich die Daten innerhalb des Abgasrückführungs-Betriebsbereichs befinden.

Wenn andererseits im Schritt 202 erfaßt wird, daß sich die Daten innerhalb des Abgasrückführungs-Betriebsbereichs befinden, wird über Schritt 202' im Schritt 206 das elektromagnetische Ventil 9 eingeschaltet (geschlossen), um die Ausführung der Abgasrückführung zu ermöglichen. Danach wird im Schritt 207 ähnlich wie im Schritt 204 erfaßt, ob sich die Daten innerhalb des Fehlerdiagnosebereichs befinden oder nicht, und außerdem wird erfaßt, ob die vorgegebene Anzahl von Arbeitszyklen vergangen ist, nachdem das elektromagnetische Ventil betätigt worden ist. Falls in diesem Fall sich die Daten nicht innerhalb des Fehlerdiagnosebereichs befinden oder die vorgegebene Anzahl von Arbeitszyklen noch nicht vergangen ist, nachdem das elektromagnetische Ventil betätigt worden ist, wird Schritt 211 ausgeführt. Wenn andererseits sich die Daten innerhalb des Fehlerdiagnosebereichs befinden und die vorgegebene Anzahl von Arbeitszyklen vergangen ist, nachdem das elektromagnetische Ventil betätigt worden ist, wird Schritt 208 durchgeführt. Im Schritt 208 wird die Abgastemperatur  $T_{EIN}$  gelesen, die erfaßt wird, wenn die Abgasrückführung durchgeführt wird.

Als nächstes wird im Schritt 209 die Abgastemperaturdifferenz  $T_{EIN} - T_{AUS}$  zwischen Abgasrückführungs-Ein- und -Aus-Schaltzustand geschätzt, bei denen die Motorzustände so sind, daß sich die Daten innerhalb des Fehlerdiagnosebereichs befinden und die Abgastemperatur stabil ist. Wenn das Abgasrückführungssteuersystem normal arbeitet, wird das Abgas in den Einlaßkanal geführt. Als Folge davon wird, bei unverändert beibehaltenen Betriebsbedingungen, der Verbrennungszustand schlechter als in dem Fall, wenn die Abgasrückführung nicht durchgeführt wird und die Abgastemperatur wird verkleinert. Somit kann aus dem Vergleich von  $(T_{AUS} - T_{EIN})$  mit einem Wert  $\Delta T$  (zum Beispiel  $50^{\circ}\text{C}$ ) festgestellt werden, ob das Abgasrückführungssystem ausgefallen ist oder nicht.

Wenn im Schritt 209 erfaßt wird, daß das Abgasrückführungssystem entsprechend  $(T_{AUS} - T_{EIN}) > \Delta T$  normal arbeitet, wird Schritt 211 durchgeführt. Wenn erfaßt wird, daß das Abgasrückführungssystem ausgefallen ist entsprechend der Tatsache, daß  $(T_{AUS} - T_{EIN}) > \Delta T$  nicht erfüllt ist, wird danach Schritt 210 durchgeführt. Im Schritt 210 wird der oben erwähnte Abgasrückführungs-Fehlerbehandlungsprozeß ausgeführt.

Im Schritt 211 werden ein Kraftstoff-Einspritzsteuerprozeß und andere Prozesse für den Motor durchgeführt.

In den oben beschriebenen elektronischen Steuereinrichtungen dieser Erfindung wird ein Fehlerdiagnosebereich verwendet, um zu erfassen, ob das Abgasrückführungssystem ausgefallen ist oder nicht. Jedoch ist die Erfindung nicht darauf und dadurch beschränkt. Das heißt, der Fehlerdiagnosebereich kann in eine Vielzahl von Bereichen für eine weitere genauere Diagnose unterteilt werden. In diesem Fall wird die Fehlerdiagnose bezüglich jeden der Bereiche aus der  $\text{NO}_x$ -Menge oder der Differenz der Abgastemperaturen zwischen Abgasrückführungs-Anschalt- und -Abschaltbetrieb durchgeführt.

Einige bevorzugte Ausführungsbeispiele der Erfindung sind unter Bezugnahme auf den Motor beschrieben worden, in dem die geförderte Luftmenge aus dem Druck in dem Einlaßrohr bestimmt wird, um dadurch



den Kraftstoffeinspritzvorgang zu steuern. Jedoch ist die Erfindung nicht darauf oder dadurch beschränkt. Das heißt, das technische Konzept der Erfindung kann auch auf einen Motor angewendet werden, bei dem die geforderte Luftmenge mit einem mit dem Motor verbundenen Luftflußsensor, mit einem NO<sub>x</sub>-Sensor oder einem Abgas-Temperatursensor erfaßt wird.

Wie oben beschrieben, wird in der elektronischen Steuereinrichtung der Erfindung bestimmt, ob das Abgasrückführungssystem ausgefallen ist oder nicht aus den NO<sub>x</sub>-Mengen in dem Abgas, die jeweils erfaßt werden, wenn das Abgasrückführungs-Steuerventil sich im Betrieb oder außer Betrieb befindet, oder aus der Differenz zwischen Abgastemperaturen, die jeweils erfaßt werden, wenn sich das Abgasrückführungs-Steuerventil im Betrieb und außer Betrieb befindet. Somit besitzt die elektronische Steuereinrichtung der Erfindung niedrige Herstellungskosten und kann dennoch mit hoher Genauigkeit erfassen, ob das Abgasrückführungssystem ausgefallen ist oder nicht.

Obwohl die vorliegende Erfindung im Zusammenhang mit den bevorzugten Ausführungsbeispielen beschrieben worden ist, wird es einem Fachmann naheliegend sein, daß vielerlei Änderungen und Modifikationen durchgeführt werden können, ohne von der Erfindung abzuweichen, und somit ist beabsichtigt, daß alle derartigen Änderungen und Modifikationen wie sie in den wahren Grundgedanken und Umfang der Erfindung fallen, in den beigefügten Ansprüchen abgedeckt sind.

#### Patentansprüche

1. Fehlerdiagnosevorrichtung für ein Abgasrückführungssystem einer Brennkraftmaschine mit einem Abgasrückführungs kanal (11), der Abgas teilweise von einem Auslaßkanal (10) an einen Einlaßkanal (3) zurückführt, und einem Abgasrückführungssteuerventil (9, 12) zum Steuern der Strömungsrate des zurückgeführten Abgases, enthaltend:

a) eine Vielzahl von Sensoren (6, 7) zum Erfassen einer entsprechenden Vielzahl von Motorbetriebszuständen

**gekennzeichnet durch**

b) eine im Auslaßkanal (10) angebrachte NO<sub>x</sub>-Sensoreinrichtung (16) zum Erfassen einer NO<sub>x</sub>-Menge im Abgas des Auslaßkanals (10);

c) eine Steuereinrichtung (8) mit einer Speichereinrichtung, mit Mitteln zum Vergleichen, ob die Ausgangssignale der Sensoren (6, 7) in einem vorgegebenen Abgasrückführungs-Betriebsbereich liegen und zum Ausgeben eines entsprechenden Ausgangssignals an die Abgasrückführungssteuerventile (9, 12), mit Mitteln zum Entscheiden, ob die Ausgangssignale der Sensoren (6, 7) in einem vorgegebenen Fehlerdiagnosebereich liegen und Mitteln zum Durchführen einer Fehlerdiagnose durch Vergleichen des Ausgangssignal der NO<sub>x</sub>-Sensoreinrichtung (16) mit einem vorgegebenen experimentell bestimmten gespeicherten Wert (V<sub>1</sub>, V<sub>2</sub>), der vom Zustand des Abgasrückführungssteuerventils (9, 12) abhängt.

2. Fehlerdiagnosevorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Fehlerdiagnosebereich in Unterbereiche entsprechend erfaßter Werte der Sensoren (6, 7) aufgeteilt ist und die vorgegebenen Werte (V<sub>1</sub>, V<sub>2</sub>) für die Fehlerdiagnose jeweils

entsprechend der Unterbereiche gespeichert sind.

3. Fehlerdiagnosevorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der vorgegebene Fehlerdiagnosebereich ein Bereich mit niedriger Last im stationären Betriebszustand ist.

Hierzu 6 Seite(n) Zeichnungen





FIG. 1

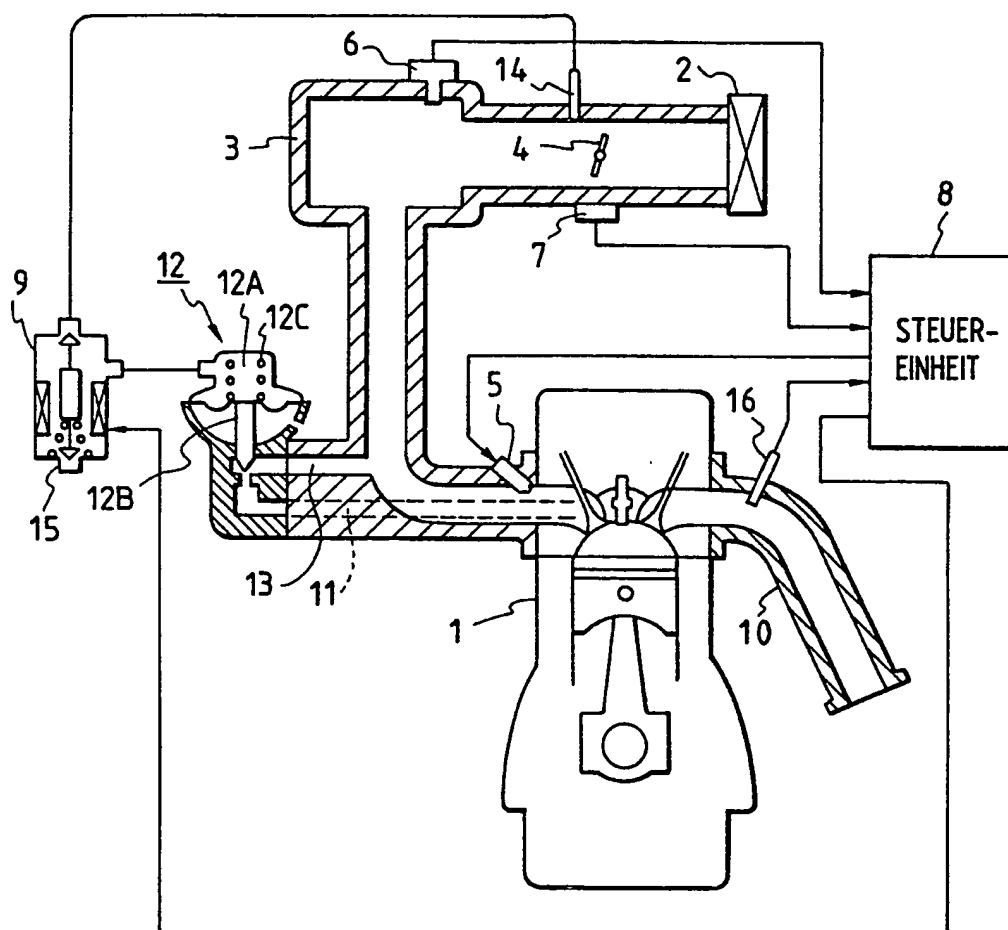




FIG. 2

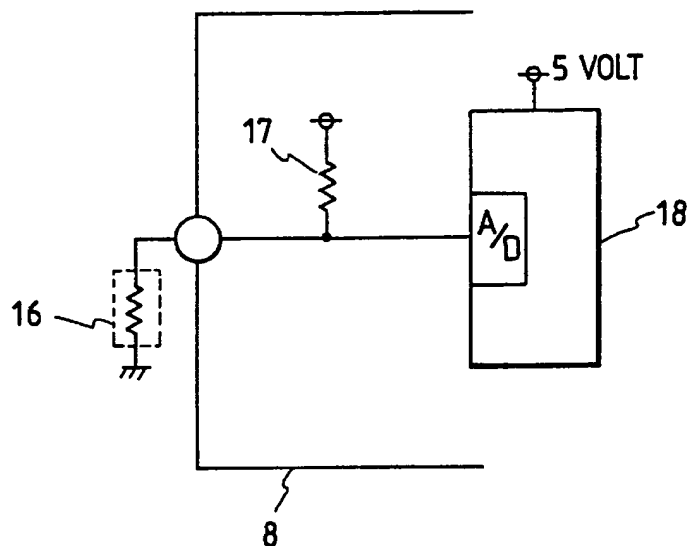


FIG. 3

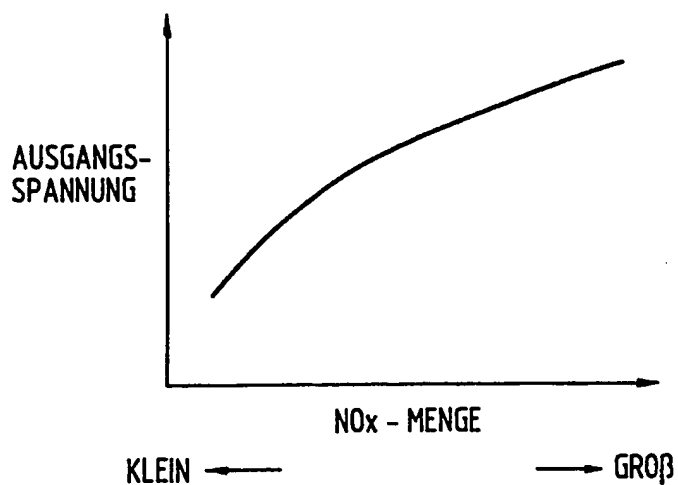


FIG. 4

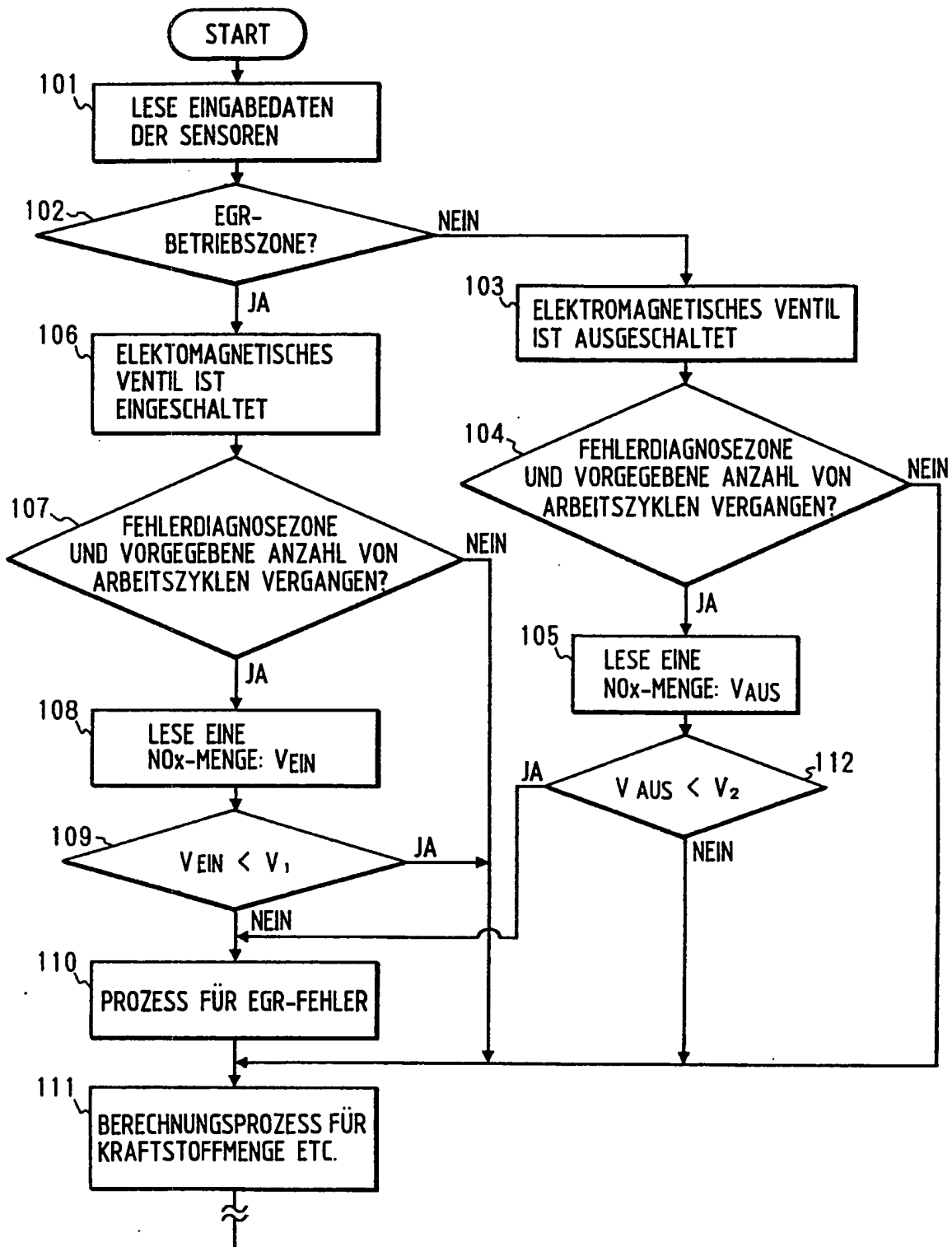


FIG. 5

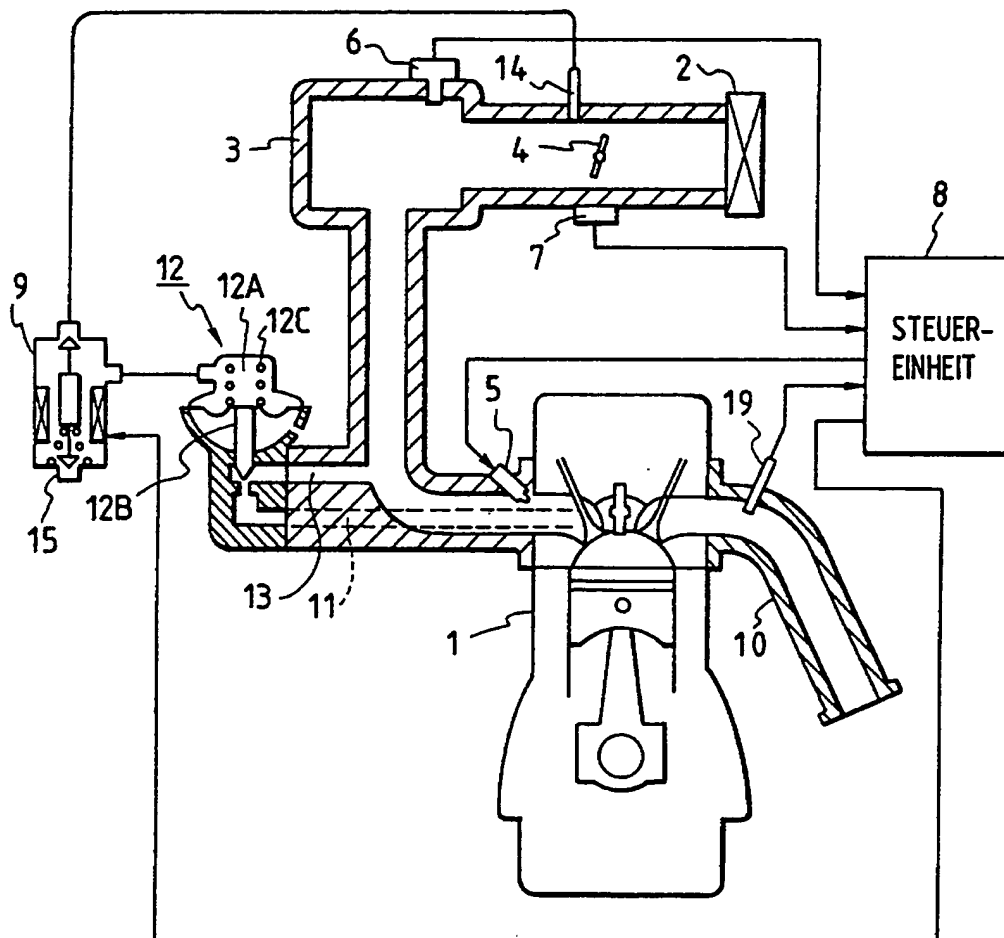


FIG. 6

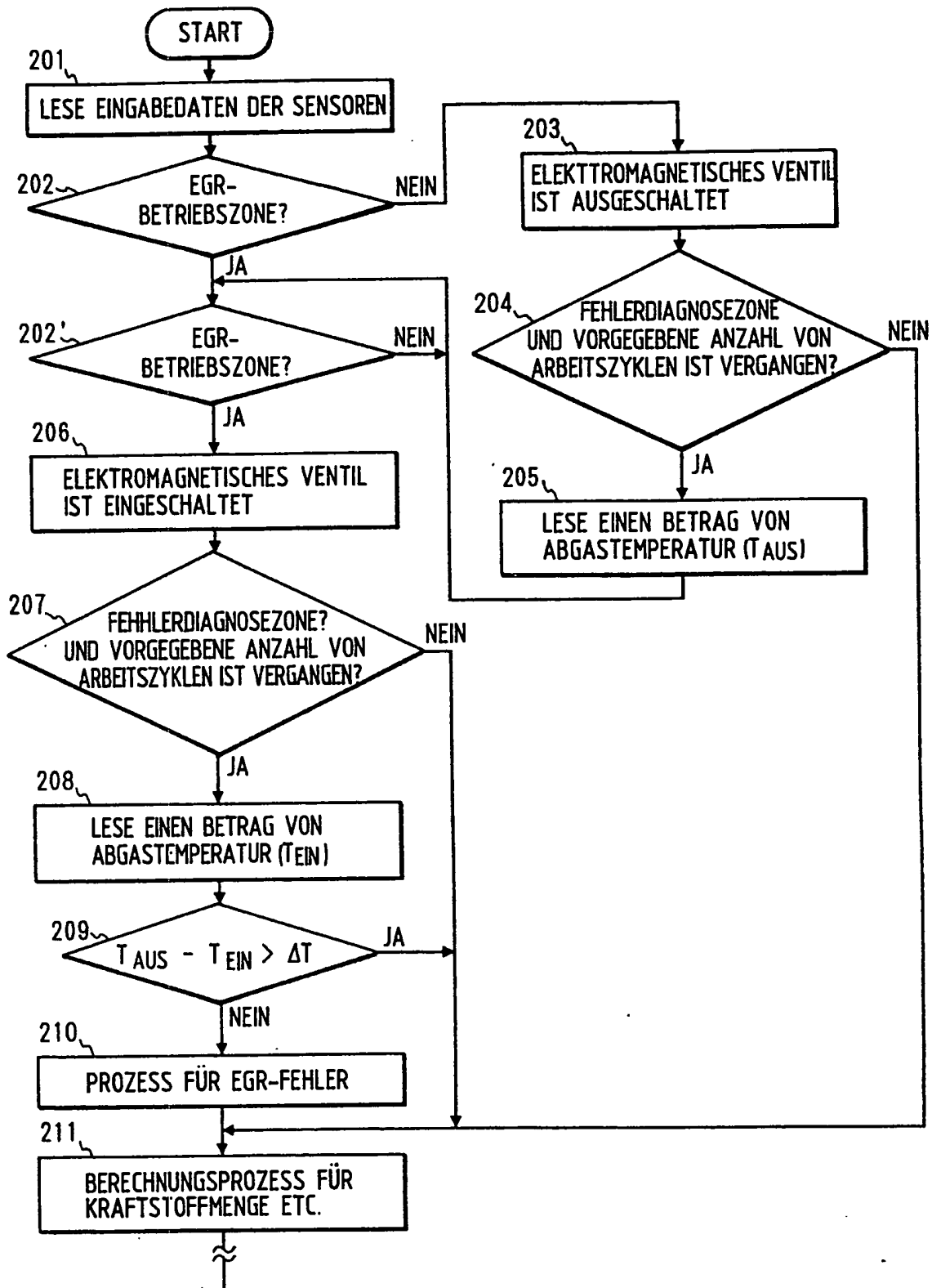


FIG. 7

